

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.08**

Конструкционные материалы в системах автоматизации

Учебный план: \_\_\_\_\_ ФГОС3++z150304Ц-1\_22-15.plx

Кафедра: **22** Материаловедения и технологии машиностроения

Направление подготовки:  
(специальность) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль подготовки:  
(специализация) Цифровизация производства

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
	Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия				
2	УП	4	6	4	126	4	Зачет
	РПД	4	6	4	126	4	
Итого	УП	4	6	4	126	4	
	РПД	4	6	4	126	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 09.08.2021 г. № 730

Составитель (и):

Кандидат химических наук, заведующий кафедрой  
старший преподаватель

Евдокимов А.Н.

Жукова М.Н.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой материаловедения и  
технологии машиностроения

Евдокимов А.Н.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Ковалев Д.А.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области конструкционного материаловедения в зависимости свойств материалов от их электронного строения, структуры и предыстории обработки.

**1.2 Задачи дисциплины:**

- Продемонстрировать особенности влияния электронного строения и состава материала на технологические и эксплуатационные характеристики.
- Рассмотреть материаловедческие аспекты выбора материала исходя из условий его службы

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Математика

Физика

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ОПК-8: Способен проводить анализ затрат на обеспечение деятельности производственных подразделений;</b>
--

<b>Знать:</b> основные виды и свойства материалов в системах автоматизации.
---

<b>Уметь:</b> выбирать материалы с требуемым комплексом свойств для их применения в системах автоматизации.
---

<b>Владеть:</b> навыками разработки систем автоматического управления с учетом видов и свойств конструкционных материалов.
--

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Общая теория материаловедения	2					
Тема 1. Атомно-кристаллическое строение металлов Сведения о внутреннем строении, дефектах и свойствах материалов. Типы кристаллических решеток металлов. Полиморфизм. Анизотропия		1			12	ГД
Тема 2. Фазово-структурный состав сплавов Закономерности кристаллизации материалов. Термины теории сплавов: компонент, система, фаза, структура. Типовые диаграммы состояния: сплавов-механических смесей, твердых растворов, с ограниченной растворимостью компонентов, с химическим соединением, с полиморфным превращением. Правило фаз. Правило отрезков. Эвтектика. Эвтектоид. Связь свойств сплавов с видом диаграмм состояний компонентов. Лабораторная работа №1 Макроскопический и микроскопический анализы металлов		1	3	2	12	
Раздел 2. Черные металлы и сплавы						
Тема 3. Железо и сплавы на его основе Диаграмма состояния сплавов железо – цементит. Фазы. Фазовые превращения. Структуры сталей и чугунов. Углеродистые стали. Технологические добавки и вредные примеси. Классификация углеродистых сталей по качеству, содержанию углерода и назначению. Принципы маркировки углеродистых сталей. Классификация серых чугунов по форме графитных включений и металлической основе. Маркировка серых чугунов. Свойства. Лабораторная работа №2 Структуры серых чугунов		1		2	50	

<p>Тема 4. Углеродистые конструкционные и инструментальные стали Влияние содержания углерода на механические свойства сталей. Влияние примесей на свойства сталей. Классификация углеродистых сталей по способу производства и качеству.</p>				7	
<p>Тема 5. Общие принципы легирования сталей. Виды термической обработки сталей. Взаимодействие легирующих элементов с азотом и углеродом. Влияние легирующих элементов на фазовые превращения в сталях. Влияние легирующих элементов на технологические и эксплуатационные свойства сталей. Отжиг. Нормализация. Закалка.</p>				7	
<p>Тема 6. Стали специального назначения. Стали с особыми свойствами Взаимодействие легирующих элементов с азотом и углеродом. Влияние легирующих элементов на фазовые превращения в сталях. Влияние легирующих элементов на технологические и эксплуатационные свойства сталей. Коррозионно-стойкие стали. Электротехнические стали. Шарикоподшипниковые стали. Стали и сплавы с памятью формы. Контрольная работа №3 Маркировка сталей</p>		3		8	
<p>Раздел 3. Цветные технические и проводниковые металлы и сплавы. Инструментальные материалы. Полимеры и композиты. Материалы для 3D-печати</p>					
<p>Тема 7. Сплавы на основе меди. Медь и ее свойства. Области применения чистой меди. Сплавы на основе меди: латуни и бронзы, их применение для изготовления электротехнической и конструкционной продукции.</p>				7	
<p>Тема 8. Сплавы на основе алюминия и титана. Алюминий и его свойства. Алюминиевые сплавы: деформируемые, не упрочняемые термической обработкой; литейные и ковочные. Марки, составы свойства, области применения. Титан. Свойства титана. Газонасыщение титана. Титановые сплавы. Составы. Свойства. Области применения.</p>				7	

Тема 9. Инструментальные материалы Требование предъявляемые к инструментальным материалам. Быстрорежущие стали, твердые сплавы на основе карбидов, нитридов, боридов и оксидов.					8	
Тема 10. Полимерные, композиционные и специальные материалы Высокомолекулярные вещества, пластмассы и армированные пластики. Понятие о связующем и наполнителе. Армирующие свойства наполнителей. Полимерные неметаллические и композиционные материалы в составах элементов систем автоматизации. Металлические и неметаллические материалы, использующиеся в 3D-печати: типы, методы получения, свойства и применение в системах автоматизации.	1				8	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	4	6	4		126	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25					
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	14,25				126	

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-8	1) Способен осуществлять подбор основных и вспомогательных материалов 2) Объяснять целесообразность выбора конструкционного материала 3) Знаком с новейшими методами испытаний и оценки оборудования, материалов и процессов, используемых при реализации технологических процессов	1. Вопросы устного собеседования 2. Практико-ориентированные задания

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основных физических законов, законов физики твердого тела и химизма твердофазных превращений, их влияние на технологические и эксплуатационные свойства материалов и значение этих величин. Ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу. Допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора оптимальных температурно-временных режимов термической и химико-термической обработки материалов, умение правильно рассчитать фазовый состав исходных и конечных продуктов. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи Получил правильный ответ, но испытывает

	дополнительные вопросы преподавателя.	затруднения с его интерпретацией.
Не зачтено	<p>Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные физические законы, законы физики твердого тела и химизма твердофазных превращений, их влияния на технологические и эксплуатационные свойства материалов; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.</p> <p>Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.</p>	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, не способен правильно рассчитать фазовый состав исходных и конечных продуктов, назначить выбор температурно-временных режимов, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Курс 2	
1	Металлы, как основные конструкционные материалы. Понятие кристаллического строения вещества, элементарная ячейка, основные типы кристаллических решеток, параметры элементарной ячейки.
2	Полиморфизм. Анизотропия. Магнитные превращения.
3	Несовершенства кристаллического строения (дефекты кристаллической структуры). Их типы и влияние на показатели свойств металлов и неметаллов.
4	Основные свойства материалов: прочность, твердость, ударная вязкость, усталостная прочность
5	Макроскопический и микроскопический анализ материалов. Возможности и назначение.
6	Кристаллизация металлов. Влияние степени переохлаждения (скорости охлаждения) на механические свойства отливок. Строение металлического слитка. Модифицирование расплава для получения мелкокристаллической структуры.
7	Правило фаз Гиббса, отличие правила фаз для твердофазных систем. Правило рычага и правило отрезков.
8	Диаграмма состояний сплавов с неограниченной /полной/ растворимостью компонентов. Фазы. Структуры.
9	Диаграмма состояний сплавов механических смесей. Фазы. Структуры.
10	Диаграмма состояний сплавов с ограниченной растворимостью компонентов. Фазы и структуры.
11	Диаграмма состояния сплавов с химическим соединением. Фазы. Структуры.
12	Зависимость показателей свойств сплавов от вида диаграмм состояния /Закон Н.С. Курнакова/.
13	Диаграмма состояния железо-углерод /железо-цементит/. Равновесные фазы. Области сталей и чугунов. Правило фаз. Правило отрезков.
14	Влияние содержания углерода на свойства сталей.
15	Постоянные примеси в сталях. Происхождение примесей в сталях. Очистка сталей от вредных примесей.
16	Скрытые примеси в сталях. Специальные примеси в сталях. Очистка сталей от вредных примесей.
17	Классификация сталей – основные способы классификации.
18	Способы производства стали. Мартеновский, конверторный, электростали. Достоинства и недостатки процессов.
19	Классификация углеродистых сталей по качеству и назначению. Маркировка углеродистых сталей.
20	Способ производства чугуна. Исходное сырье, основные параметры процесса доменной выплавки чугуна.
21	Чугуны. Виды чугунов. Свойства чугунов. Классификация чугунов.
22	Серые чугуны. Разновидности. Маркировка серых чугунов. Форма графита. Металлическая основа - виды. Свойства.
23	Наклеп и рекристаллизация. Определение температуры рекристаллизации железа и других металлов.
24	Критические точки стали.

25	Преобразование переохлажденного аустенита в стали. Продукты превращения переохлажденного аустенита и их свойства.
26	Неравновесные структуры в сталях.
27	Отжиг. Виды отжига. Определение температуры нагрева для отжига стали по диаграмме железо-углерод.
28	Отжиг первого и второго рода. Температурные условия. Области применения.
29	Закалка стали. Выбор температуры нагрева и скорости охлаждения для закалки. Критическая скорость закалки. Структура закаленной стали. Закаливаемость и прокаливаемость стали.
30	Неполная закалка стали. Области применения. Выбор температуры нагрева и скорости охлаждения.
31	Полная закалка стали.
32	Среды для нагрева и охлаждения сталей при их закалке.
33	Способы закалки сталей.
34	Среды для нагрева и охлаждения сталей при их закалке.
35	Нормализация стали. Определение температуры нагрева и скорости охлаждения. Области применения нормализации.
36	Отпуск стали. Назначение. Влияние температуры отпуска на структуру и свойства стали.
37	Отпуск стали. Процессы, проходящие в закаленной стали при отпуске. Влияние температуры отпуска на структуру и свойства стали.
38	Отпуск стали. Разновидности отпуска. Процессы, происходящие в закаленной стали при отпуске. Влияние температуры отпуска на структуру и свойства стали.
39	Улучшение стали. Какие стали являются улучшаемыми.
40	Химико-термическая обработка. Цементация. Стали, подверженные цементации. Структура и свойства цементованного слоя. Окончательная термическая и механическая обработка стали после цементации
41	Химико-термическая обработка. Азотирование. Стали, подверженные азотированию.
42	Химико-термическая обработка. Нитроцементация и поверхностная металлизация.
43	Прокатка сталей, способы и их назначение.
44	Волочение, изготовление проволоки.
45	Легированные стали, обозначение легирующих элементов
46	Легированные стали, маркировка легированных инструментальных и конструкционных сталей.
47	Специальные легированные стали: автоматные, электротехнические, быстрорежущие, износостойкие
48	Углеродистые стали обыкновенного качества. Принципы маркировки. Области применения.
49	Качественные и высококачественные углеродистые конструкционные стали. Маркировка, области применения.
50	Влияние содержания серы и фосфора на механические характеристики конструкционных сталей.
51	Основные принципы маркировки конструкционных углеродистых и конструкционных легированных сталей.
52	Качественные и высококачественные углеродистые инструментальные стали.
53	Основные легирующие элементы, обеспечивающие жаростойкость и жаропрочность сталей. Методы оценки жаростойкости и жаропрочности сталей.
54	Основные критерии жаропрочности и жаростойкости. Примеры легированных жаропрочных и жаростойких сталей и сплавов. Области их применения.
55	Инструментальные материалы высокой твердости: металлокерамические, их маркировка; минералокерамические режущие инструментальные материалы.
56	Штамповые стали. Стали для холодной и горячей штамповки. Термическая обработка. Марки сталей.
57	Быстрорежущие стали, назначение, показатели свойств, термическая обработка.
58	Износостойкие стали, типы износостойких сталей.
59	Коррозионно-стойкие стали. Влияние легирующих элементов. Хромистые и хромоникелевые стали. Межкристаллитная коррозия.
60	Медь и ее свойства. Области применения. Классификация и маркировка медных сплавов. Области применения медных сплавов.
61	Латуни. Деформируемые латуни. Состав. Маркировка. Термическая обработка. Механические свойства.
62	Литейные латуни. Принципы маркировки. Области применения.
63	Бронзы литейные и деформируемые. Принципы маркировки. Примеры марок бронз. Термическая обработка. Механические свойства.
64	Титан и его свойства. Титановые сплавы. Классификация титановых сплавов. Термическая обработка титановых сплавов. Механические свойства.
65	Алюминий и его сплавы. Свойства алюминия. Классификация алюминиевых сплавов. Марки. Состав. Термическая обработка. Свойства.
66	Литейные алюминиевые сплавы. Маркировка. Термическая обработка. Механические свойства.



67	Деформируемые алюминиевые сплавы. Классификация. Маркировка. Термическая обработка. Механические свойства.
68	Высокопрочные алюминиевые сплавы. Марки. Состав. Термическая обработка. Механические свойства.
69	Магний и его свойства. Литейные и деформируемые сплавы магния. Термическая обработка. Механические свойства магниевых сплавов.
70	Неметаллические материалы. Основные виды. Пластмассы, их классификация, составы, области применения в системах автоматизации
71	Порошковая металлургия. Порошковые материалы, понятие пористости.
72	Композиционные материалы. Матрица и наполнитель. Свойства композитов. Применение композитов.
73	Влияние материала и объемной доли пор на области применения порошковых материалов.
74	Металлические и неметаллические материалы, использующиеся для 3D-печати

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

№1

1. Нарисовать диаграмму состояния сплавов, с неограниченной растворимостью компонентов
2. Указать во всех областях диаграммы фазовый состав.
3. Указать во всех областях диаграммы структурный состав.
4. Для сплава с содержанием 20% В.
  - а. построить кривую охлаждения данного сплава и указать происходящие при охлаждении превращения во всем температурном интервале охлаждения от температуры плавления до комнатной;
  - б. Указать самый тугоплавкий сплав или компонент.

№2

1. Нарисовать диаграмму состояния сплавов, с неограниченной растворимостью компонентов
2. Указать во всех областях диаграммы фазовый состав.
3. Указать во всех областях диаграммы структурный состав.
4. Для сплава с содержанием 20% В:
  - определить состав фаз в сплаве для любой точки между ликвидусом и солидусом;
  - определить количество каждой из фаз для той же точки.

№3

Расшифровать указанные марки:

У10А  
18ХГТ  
Р9  
СЧ10  
Т15К6

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  + Письменная  + Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

В течение семестра выполняется контрольная работа

- Возможность пользоваться калькулятором;
- Время на подготовку ответа 20 минут.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
-------	----------	--------------	-------------	--------

<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Солнцев, Ю. П., Пряхин, Е. И., Солнцева, Ю. П.	Материаловедение	Санкт-Петербург: ХИМИЗДАТ	2020	<a href="http://www.iprbookshop.ru/97813.html">http://www.iprbookshop.ru/97813.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
А.В. Гропянов [и др.]	Материаловедение [Текст]: учебно-методическое пособие к практическим и лабораторным занятиям	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2017	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kaftmim/9_5.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kaftmim/9_5.pdf</a>
Г.Н. Теплухин, В.Г. Теплухин, И.В. Теплухина	Материаловедение [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2010	<a href="http://nizrp.narod.ru/materialovedenie.htm">http://nizrp.narod.ru/materialovedenie.htm</a>

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс] URL: <https://www.iprbookshop.ru/>  
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс] URL: <https://nizrp.narod.ru/>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

## 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Мультимедийный учебный комплекс.  
 Учебно-практический комплекс на базе микроскопа ЛОМО со встроенным видео-регистратором.  
 Комплект микрошлифов.  
 Комплект учебных видеозаписей.

Аудитория	Оснащение
А-303	Интерактивный компьютерный-видео-мультимедиа комплекс для микроанализа металлов и сплавов; установка определения критических точек сплавов; установка определения радиального биения зубчатых колес; твердомер Роквелла.
Б-128	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска